

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-241684

(43)Date of publication of application : 11.09.1998

(51)Int.Cl.

H01M 4/58

H01M 4/02

H01M 10/40

(21)Application number : 09-043877

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 27.02.1997

(72)Inventor : SHOJI YOSHIHIRO
FUJIMOTO MASAHIKA
NOMA TOSHIYUKI
NISHIO KOJI

(54) NONAQUEOUS ELECTROLYTE BATTERY

(57)Abstract:

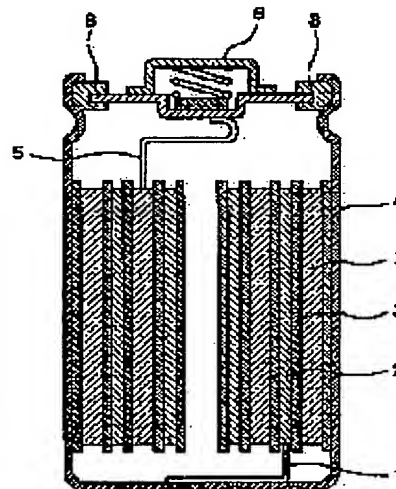
PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress metal from becoming finer due to volume change through the charge and discharge so as to obtain sufficient cycle characteristics by using metal which can store and discharge lithium and is coated through carbon material as negative electrode material.

SOLUTION: A lithium ion-permeating fine porous film which intervenes between a positive electrode 1 and a negative electrode 2 as a separator 3 is wound into spiral-like and is contained in a battery can 4.

Nonaqueous electrolyte is filled therein, and an opening is sealed, the positive electrode 1 is connected to a positive electrode lid 6 via a lead 5, the negative electrode 2 is connected to the battery can 4 via a lead

7, and the same is separated by an insulation packing 8 so as to manufacture a battery.

Preferably, a mole ratio of a metal, which can store and discharge lithium as negative electrode material, and a carbon material, which coats the same is 3:7 to 9:1, and the capacity and charge and discharge efficiency are enhanced at the negative electrode, so as to obtain a nonaqueous electrolyte battery having a high capacity and high charge and



discharge efficiency. By using [redacted]minum and aluminum alloy as the [redacted]ive electrode material, enabling to conducting sufficient charge and discharge at a high potential.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.10.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-241684

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 1 M 4/58
4/02
10/40

F I

H 0 1 M 4/58
4/02
10/40

D
Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-43877

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月27日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通 2丁目 5番 5号

(72) 発明者 小路 良浩

大阪府守口市京阪本通 2丁目 5番 5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 藤本 正久

大阪府守口市京阪本通 2丁目 5番 5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 能間 俊之

大阪府守口市京阪本通 2丁目 5番 5号 三
洋電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松川 克明

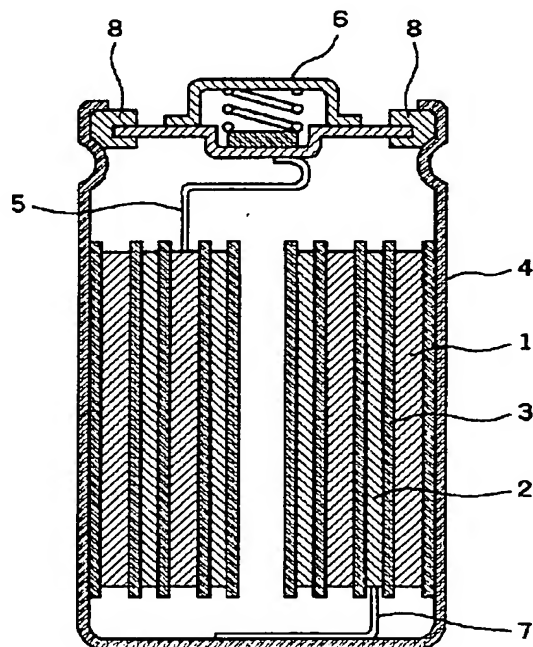
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非水電解質電池

(57) 【要約】

【目的】 非水電解質電池の負極にリチウムの吸蔵、放出が可能な金属を使用した場合のように、この金属が充放電によって微細化するのを抑制し、十分なサイクル特性が得られるようにすると共に、この負極に炭素材料を用いた場合のように、容量が低下するということもなく、高い放電容量と高い充放電効率が得られるようにする。

【構成】 正極1と負極2と非水電解質とを備えた非水電解質電池において、上記の負極における負極材料として、リチウムの吸蔵、放出が可能な金属を炭素材料で被覆したものをを用いた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 正極と負極と非水電解質とを備えた非水電解質電池において、上記の負極における負極材料として、リチウムの吸蔵、放出が可能な金属を炭素材料で被覆したものをを用いたことを特徴とする非水電解質電池。

【請求項2】 請求項1に記載した非水電解質電池において、上記の負極材料におけるリチウムの吸蔵、放出が可能な金属と、これを被覆する炭素材料とのモル比が3:7~9:1の範囲であることを特徴とする非水電解質電池。

【請求項3】 請求項1又は2に記載した非水電解質電池において、上記の負極材料におけるリチウムの吸蔵、放出が可能な金属として、アルミニウム又はアルミニウム合金を用いたことを特徴とする非水電解質電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、正極と負極と非水電解質とを備えた非水電解質電池に係り、特に、その負極における負極材料に新規な材料を使用して、高容量で高い充放電効率を有すると共に、サイクル特性にも優れた非水電解質電池が得られるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】近年、高出力、高エネルギー密度の新型電池の1つとして、非水電解液等の非水電解質を用い、リチウムの酸化、還元を利用した高起電力の非水電解質電池が利用されるようになった。

【0003】そして、このような非水電解質電池においては、その負極における負極材料として、一般にリチウム金属や、Li-A1合金等のリチウム合金や、リチウムの吸蔵、放出が可能な炭素材料が使用されていた。

【0004】ここで、その負極における負極材料にリチウム金属を用いた場合、充放電を行なうと負極表面にデンドライトが発生するという問題があった。

【0005】また、負極における負極材料にLi-A1合金等のリチウム合金を使用した場合、デンドライトの発生はなくなるが、柔軟性が悪く、正極と負極とをセパレータを介して巻き取るようにした円筒型の電池を作製することが困難になる一方、このリチウム合金を粉末状態にして使用する場合には、リチウム合金の反応性が高く取り扱いが困難になるという問題があり、さらに、このようなリチウム合金を負極に使用して充放電を行なうと、充放電によりこのリチウム合金が膨張、収縮して、リチウム合金の内部に応力が発生し、このような充放電を繰り返して行なうと、リチウム合金が崩壊して容量の低下が生じるという問題もあった。

【0006】一方、負極における負極材料に炭素材料を使用した場合、充放電による膨張や収縮は上記のリチウム合金の場合に比べて少なくなるが、リチウム合金を用いた場合に比べて容量が低下し、初期充放電効率が低くなる等の問題があった。

【0007】また、近年においては、特開平6-290772号公報に示されるように、リチウム合金と炭素粉末と有機重合体とを用い、この有機重合体によってこれらを結着し、上記のように充放電によりリチウム合金の体積が変化するのを緩和させると共に、リチウム合金が微細化しても、このリチウム合金の電氣的導通を保持させるようにしたものが提案された。

【0008】しかし、同公報に示されるように、リチウム合金と導電剤である炭素粉末とを有機重合体で結着させた場合においても、充放電によるリチウム合金の体積変化を十分に緩和させることができず、充放電によってリチウム合金が微細化し、依然としてサイクル特性が悪いという問題があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、正極と負極と非水電解質とを備えた非水電解質電池における上記のような様々な問題を解決することを課題とするものである。

【0010】すなわち、この発明における非水電解質電池においては、その負極における負極材料としてリチウムの吸蔵、放出が可能な金属、すなわちリチウムと合金化する金属を使用した場合のように、この金属が充放電によって微細化するのを抑制し、十分なサイクル特性が得られるようにすると共に、炭素材料を用いた場合のように、容量が低下するということも少なく、高い放電容量と高い充放電効率が得られるようにすることを課題とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明における非水電解質電池においては、上記のような課題を解決するため、正極と負極と非水電解質とを備えた非水電解質電池において、上記の負極における負極材料として、リチウムの吸蔵、放出が可能な金属を炭素材料で被覆したものをを用いた。

【0012】ここで、この発明における非水電解質電池のように、その負極における負極材料として、リチウムの吸蔵、放出が可能な金属を炭素材料で被覆した複合材料を用いると、炭素材料単体を用いた場合に比べて、この負極における容量や充放電効率が向上し、高容量で高い充放電効率を有する非水電解質電池が得られると共に、上記の金属の表面が炭素材料によって被覆されているため、充放電による上記の金属の体積変化が緩和されて、充放電による上記の金属の崩壊が抑制され、上記の金属だけを使用したものに比べてサイクル特性が向上する。

【0013】ここで、上記のようにリチウムの吸蔵、放出が可能な金属を炭素材料で被覆するにあたり、被覆する炭素材料の量が少ないと、充放電時における上記の金属の体積変化を十分に緩和することができず、上記の金属が微細化しやすくなる一方、この炭素材料の量が多く

なりすぎると、上記の金属の比率が低下して容量や充放電効率を十分に向上させることができなくなるため、好ましくは、リチウムの吸蔵、放出が可能な金属と炭素材料との割合がモル比で3:7~9:1の範囲になるようにし、より好ましくは3:7~8:2の範囲になるようにする。

【0014】また、この発明における非水電解質電池において、負極における負極材料に使用するリチウムの吸蔵、放出が可能な金属としては、例えば、Al、Al合金、Bi、Pb、Sn、Cd、Ag、In、Zn、Sb、Hg、Ga、Ti、Mg、Ca、Ge、Zr、Be、Hf、Y、Nb等を使用することができ、特に、高い電位で十分な充放電が行なえるようにするためには、アルミニウム又はアルミニウム合金を用いることが好ましく、アルミニウム合金としては、アルミニウムに対してマグネシウム、マンガン、クロムの少なくとも1種が合金化されたものを使用することができる。

【0015】一方、このようなリチウムの吸蔵、放出が可能な金属を被覆する炭素材料としては、一般に負極に使用されている炭素材料を用いることができ、特に、この炭素材料自体の容量が大きく、初期の充放電効率が高いものを使用することが好ましく、このため、格子面(002)における面間隔(d_{002})が3.38Å以下でかつc軸方向の結晶子の大きさ(Lc)が150Å以上の黒鉛を使用することが好ましい。

【0016】また、この発明における非水電解質電池において、その正極に使用する正極材料としては、従来より一般に使用されている公知の正極材料を使用することができ、例えば、マンガン、コバルト、ニッケル、鉄、バナジウム、ニオブの少なくとも1種を含むリチウム遷移金属複合酸化物等を使用することができる。

【0017】また、この発明における非水電解質電池において使用する非水電解液等の非水電解質も従来より使用されている公知のものを使用することができ、非水電解液の溶媒としては、例えば、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ブチレンカーボネート、ビニレンカーボネート、シクロペンタノン、スルホラン、ジメチルスルホラン、3-メチル-1,3-オキサゾリジン-2-オン、γ-ブチロラクトン、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、メチルプロピルカーボネート、ブチルメチルカーボネート、エチルプロピルカーボネート、ブチルエチルカーボネート、ジプロピルカーボネート、1,2-ジメトキシエタン、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1,3-ジオキサラン、酢酸メチル、酢酸エチル等の有機溶媒を1種又は2種以上組み合わせて使用することができる。

【0018】また、上記の非水電解質において使用する溶質にも公知のものを使用することができ、例えば、トリフルオロメタンスルホン酸リチウムLiCF₃S

O₃、ヘキサフルオロリン酸リチウムLiPF₆、過塩素酸リチウムLiClO₄、テトラフルオロホウ酸リチウムLiBF₄、トリフルオロメタンスルホン酸イミドリチウムLiN(CF₃SO₂)₂等のリチウム化合物を用いることができる。

【0019】また、この発明における非水電解質電池において、上記の負極材料や正極材料を用いて負極や正極を作製するにあたっては、負極材料や正極材料に結着剤や増粘剤等を添加させるようにし、結着剤としては、例えば、スチレン-ブタジエン共重合体、メチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、ブチル(メタ)アクリレート、(メタ)アクリレート、ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート等のエチレン性不飽和カルボン酸エステルや、アクリル酸、メタクリル酸、イタコン酸、フマル酸、マレイン酸等のエチレン性不飽和カルボン酸を使用することができ、また増粘剤としては、カルボキシメチルセルロース、メチルセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、エチルセルロース、ポリビニルアルコール、ポリアクリル酸及びその塩、酸化スターチ、リン酸スターチ、カゼイン等を使用することができる。

【0020】

【実施例】以下、この発明に係る非水電解質電池について、実施例を挙げて具体的に説明すると共に、この実施例における非水電解質電池の場合、高容量で高い充放電効率を示すと共にサイクル特性も良好であることを比較例を挙げて明らかにする。なお、この発明における非水電解質電池は、下記の実施例に示したものに限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲において適宜変更して実施できるものである。

【0021】(実施例1)この実施例においては、下記のようにして作製した正極と負極と非水電解液とを用い、図1に示すようなAAサイズになった円筒型のリチウム二次電池を作製した。

【0022】[正極の作製]正極を作製するにあたっては、正極材料として、平均粒径が5μmのLiCoO₂粉末を用い、このLiCoO₂粉末と導電剤である人造黒鉛粉末とを9:1の重量比で混合させて正極合剤を調製し、この正極合剤にポリフッ化ビニリデンをN-メチル-2-ピロリドン(NMP)に5重量%溶解させた結着剤溶液を加え、上記の正極合剤とポリフッ化ビニリデンとが95:5の重量比になるように混練してスラリーを調製し、このスラリーを正極集電体であるアルミニウム箔の両面にドクターブレード法により厚さが50μmになるように塗布し、これを150℃で2時間真空乾燥させて正極を作製した。

【0023】[負極の作製]負極を作製するにあたっては、平均粒径が5μmのアルミニウム粉末をタールビッチ中に混合して攪拌した後、これを不活性雰囲気中において150℃で焼成し、その後、これを粉砕、分級して

平均粒径が7 μm になった負極材料を得た。

【0024】ここで、上記のようにして得た負極材料をX線誘起光電子分光(XPS)により分析したところ、この負極材料の表面における炭素材料の厚みが1 μm で、その内部はアルミニウムで構成されており、アルミニウムと炭素材料との割合はモル比で3:7であった。

【0025】また、この負極材料の表面における炭素材料をX線回折法(XRD)により測定したところ、c軸方向の結晶子の大きさ(L_c)が39 Å、格子面(002)の面間隔(d_{002})が3.46 Åになっていた。

【0026】そして、上記のようにして得た負極材料と、スチレン-ブタジエンゴムのディスパージョン(固形分48%)を水に分散させ、これに増粘剤であるカルボキシメチルセルロースを添加させて上記の負極材料とスチレン-ブタジエンゴムとカルボキシメチルセルロースとの重量比が100:3:2になったスラリーを調製し、このスラリーをドクターブレード法により負極集電体である銅箔の両面に厚さが50 μm になるようにして塗布し、これを110°Cで2時間真空乾燥させて負極を作製した。

【0027】[非水電解液の作製] 非水電解液を作製するにあたっては、エチレンカーボネートとジエチルカーボネートとを1:1の体積比で混合させた混合溶媒に、LiPF₆を1mol/lの割合で溶解させて非水電解液を作製した。

【0028】[電池の作製] 電池を作製するにあたっては、図1に示すように、上記のようにして作製した正極1と負極2との間にセパレータ3としてリチウムイオン透過性のポリプロピレン製の微多孔膜を介在させ、これらをスパイラル状に巻いて電池缶4内に収容させた後、この電池缶4内に上記の非水電解液を注液して封口し、正極1を正極リード5を介して正極蓋6に接続させると共に、負極2を負極リード7を介して電池缶4に接続させ、電池缶4と正極蓋6とを絶縁パッキン8により電気的に分離させた。

【0029】(実施例2) この実施例においては、負極材料を作製するにあたり、平均粒径が5 μm のアルミニウム粉末をタールピッチ中に混合して攪拌した後、これを不活性雰囲気中において2500°Cで焼成し、その後、これを粉砕、分級して平均粒径が7 μm になった負極材料を得た。

【0030】ここで、このようにして得た負極材料を、上記の実施例1の場合と同様にXPSにより分析したところ、この負極材料の表面における炭素材料の厚みが1 μm で、その内部はアルミニウムで構成されており、アルミニウムと炭素材料との割合はモル比で3:7であった。

【0031】また、この負極材料の表面における炭素材料をXRDにより測定したところ、上記の L_c が845 Å、 d_{002} が3.37 Åになっていた。

【0032】そして、この負極材料を使用する以外は、上記の実施例1の場合と同様にしてリチウム二次電池を作製した。

【0033】(実施例3) この実施例においては、負極材料を作製するにあたり、上記の実施例1において用いたアルミニウムの代わりに、アルミニウムとマグネシウムとの重量比が99:1で平均粒径が5 μm になったアルミニウム-マグネシウム合金の粉末を用いるようにし、それ以外については、上記の実施例1の場合と同様にしてリチウム二次電池を作製した。

【0034】(実施例4) この実施例においては、負極材料を作製するにあたり、上記の実施例1において用いたアルミニウムの代わりに、アルミニウムとクロムとの重量比が99:1で平均粒径が5 μm になったアルミニウム-クロム合金の粉末を用いるようにし、それ以外については、上記の実施例1の場合と同様にしてリチウム二次電池を作製した。

【0035】(実施例5) この実施例においては、負極材料を作製するにあたり、上記の実施例1において用いたアルミニウムの代わりに、アルミニウムとマンガンとの重量比が99:1で平均粒径が5 μm になったアルミニウム-マンガン合金の粉末を用いるようにし、それ以外については、上記の実施例1の場合と同様にしてリチウム二次電池を作製した。

【0036】(比較例1) この比較例においては、その負極材料に、平均粒径が7 μm で、上記の d_{002} が3.35 Å、 L_c が1000 Å以上になった天然黒鉛を用いるようにし、それ以外については、上記の実施例1の場合と同様にしてリチウム二次電池を作製した。

【0037】(比較例2) この比較例においては、負極材料として、タールピッチを不活性雰囲気中において1500°Cで焼成し、これを粉砕、分級して得た平均粒径が7 μm のコークスを用いるようにし、それ以外については、上記の実施例1の場合と同様にしてリチウム二次電池を作製した。なお、このコークスにおける上記の d_{002} は3.46 Å、 L_c は39 Åであった。

【0038】(比較例3) この比較例においては、負極材料として、タールピッチを不活性雰囲気中において2500°Cで焼成し、これを粉砕、分級して得た平均粒径が7 μm のコークスを用いるようにし、それ以外については、上記の実施例1の場合と同様にしてリチウム二次電池を作製した。なお、このコークスにおける上記の d_{002} は3.37 Å、 L_c は845 Åであった。

【0039】(比較例4) この比較例においては、負極材料として、平均粒径が7 μm になったアルミニウム粉末を用いるようにし、それ以外については、上記の実施例1の場合と同様にしてリチウム二次電池を作製した。

【0040】次に、上記の実施例1～5及び比較例1～4において作製した各負極を用いると共に、対極である正極としてリチウム金属を用い、これらの負極と対極と

の間にそれぞれポリエチレン性の微多孔性のセパレータを配して渦巻状に巻き、これらをそれぞれ参照極のリチウム金属と共に、前記の電解液を注入した試験セル内に収容させた。

【0041】そして、実施例1～5及び比較例4の各負極については、25℃の雰囲気中において電流密度0.1mA/cm²でリチウムとアルミニウムとのモル比が35:65になるまで充電を行なった後、電流密度0.1mA/cm²で参照極の電位が1Vになるまで放電を行ない、また比較例1～3の各負極については、25℃の雰囲気中において電流密度0.1mA/cm²で参照極の電位が0Vになるまで充電を行なった後、電流密度0.1mA/cm²で参照極の電位が1Vになるまで放*

*電を行ない、各負極における平均放電電位と放電容量と初期充放電効率を求め、その結果を下記の表1に示した。なお、平均放電電位については全放電容量の1/2の時点での電位を示した。

【0042】次に、上記の実施例1～5及び比較例1～4の各リチウム二次電池について、それぞれ25℃の雰囲気下において、1Cで4.1Vまで充電させた後、2Cで2.75Vまで放電を行ない、これを1サイクルとして充放電を繰り返し、放電容量が初期の放電容量の90%になるまでのサイクル数を求め、その結果を下記の表1に合わせて示した

【0043】

【表1】

	負極特性			サイクル特性
	平均放電電位 (V)	放電容量 (mAh/g)	初期充放電効率 (%)	サイクル数 (回)
実施例1	0.40	450	96	650
実施例2	0.35	470	98	700
実施例3	0.40	450	96	600
実施例4	0.40	460	96	650
実施例5	0.40	455	96	650
比較例1	0.20	370	92	400
比較例2	0.45	200	75	400
比較例3	0.20	300	88	400
比較例4	0.40	450	98	300

【0044】この結果から明らかなように、上記の実施例1～5に示すように、負極材料としてアルミニウム等の表面を炭素材料で被覆したものを使用した場合、負極材料に炭素材料だけを使用した比較例1～3のものに比べて、放電容量や初期充放電効率が向上しており、また充放電のサイクル特性も、上記の炭素材料だけを使用した比較例1～3のものや、負極材料にアルミニウム粉末だけを使用した比較例4のものに比べて著しく向上していた。

【0045】また、実施例1の負極と比較例2の負極とについては、参照極における電位と放電容量の関係を調べ、その結果を図2に示した。

【0046】さらに、上記の実施例1～5及び比較例1

～4の各リチウム二次電池の初期における放電容量と電池電圧との関係を求め、その結果を図3に示した。

【0047】ここで、図2及び図3に示す結果から明らかなように、上記の実施例1～5のものは、比較例1～4のものに比べて、一定した電池電圧での放電が行なえるようになっていた。

【0048】(実験例1)この実験例においては、上記の実施例1におけるリチウム二次電池において、その負極材料におけるアルミニウムと炭素材料とのモル比だけを変更させるようにした。

【0049】そして、各負極における放電容量を前記のようにして測定し、その結果を図4に示すと共に、各リチウム二次電池において放電容量が初期放電容量の90

%になるまでのサイクル数を前記のようにして測定し、その結果を図5に示した。

【0050】この結果、十分な放電容量が得られると共に十分なサイクル特性が得られるようにするためには、負極材料におけるアルミニウムと炭素材料とのモル比が3:7~9:1の範囲になるようにすることが好ましく、特に3:7~8:2の範囲にすることが好ましかった。

【0051】(実験例2)この実験例においては、上記の実施例2におけるリチウム二次電池において、その負極材料におけるアルミニウムと炭素材料とのモル比だけを変更させるようにした。

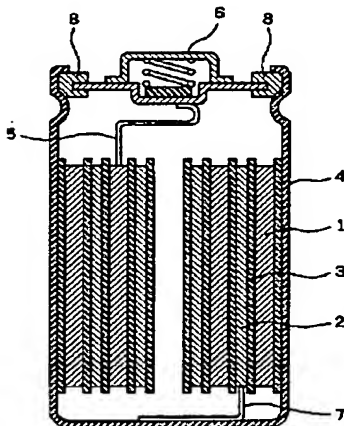
【0052】そして、上記の実験例1の場合と同様にして、各負極における放電容量を測定してその結果を図6に示すと共に、放電容量が初期放電容量の90%になるまでのサイクル数を測定してその結果を図7に示した。

【0053】この結果、この実験例の場合においても、上記の実験例1の場合と同様に、十分な放電容量が得られると共に十分なサイクル特性が得られるようにするためには、負極材料におけるアルミニウムと炭素材料とのモル比が3:7~9:1の範囲になるようにすることが好ましく、特に3:7~8:2の範囲にすることが好ましかった。

【0054】

【発明の効果】以上詳述したように、この発明における非水電解質電池においては、負極における負極材料として、リチウムの吸蔵、放出が可能な金属を炭素材料で被覆したものを用いるようにしたため、負極材料に炭素材料だけを用いた非水電解質電池に比べて、この負極における容量や充放電効率が向上し、高容量で高い充放電効率を有する非水電解質電池が得られると共に、充放電による上記の金属の体積変化がこれを被覆した炭素材料に*

【図1】



*によって緩和されて充放電による金属の崩壊が抑制され、上記のような金属だけを使用した非水電解質電池に比べてサイクル特性が向上した。

【0055】また、この発明における非水電解質電池において、上記の負極材料に使用するリチウムの吸蔵、放出が可能な金属に、アルミニウムやアルミニウム合金を用いると、高い電位で十分な充放電が行なえるようになった。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明の実施例及び比較例の各リチウム二次電池の内部構造を示した断面説明図である。

【図2】実施例1及び比較例2の各リチウム二次電池における負極の放電特性を示した図である。

【図3】実施例1~5及び比較例1~4の各リチウム二次電池の初期における放電容量と電池電圧との関係を示した図である。

【図4】実験例1において、負極材料におけるアルミニウムと炭素材料のモル比を変更させた場合における負極の放電容量の変化を示した図である。

20 【図5】実験例1において、負極材料におけるアルミニウムと炭素材料のモル比を変更させた場合におけるサイクル特性の変化を示した図である。

【図6】実験例2において、負極材料におけるアルミニウムと炭素材料のモル比を変更させた場合における負極の放電容量の変化を示した図である。

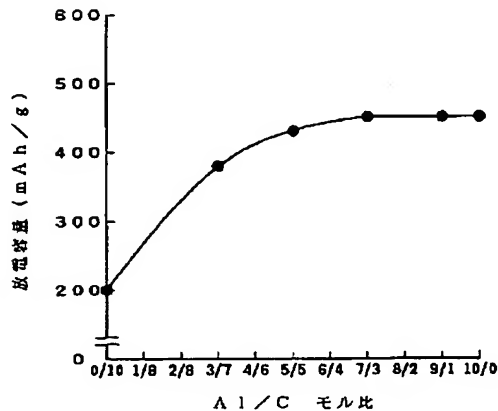
【図7】実験例2において、負極材料におけるアルミニウムと炭素材料のモル比を変更させた場合におけるサイクル特性の変化を示した図である。

【符号の説明】

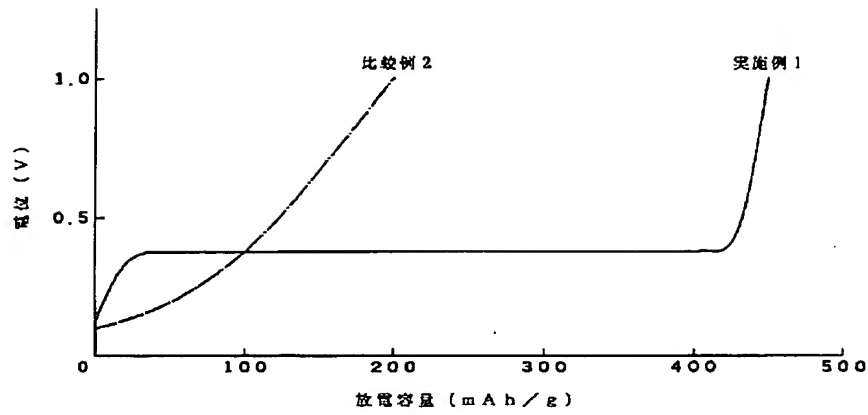
1 正極

2 負極

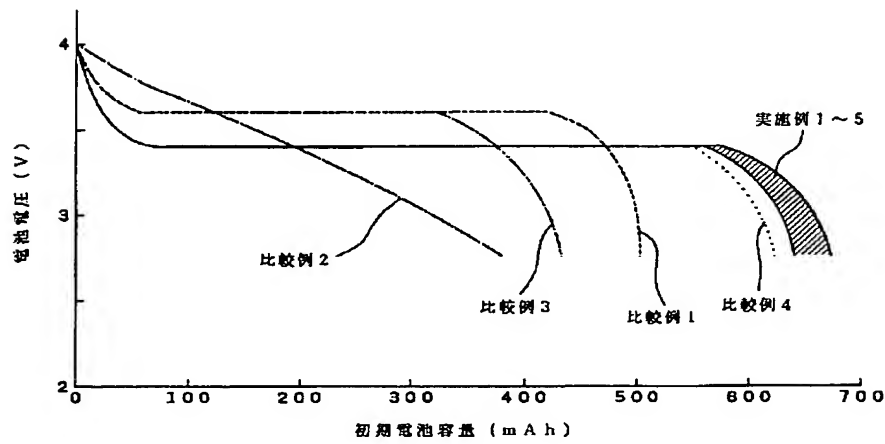
【図4】



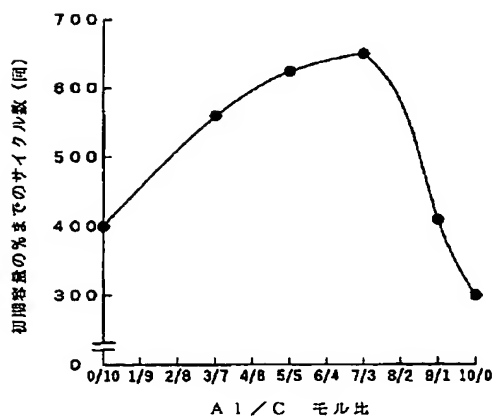
【図2】



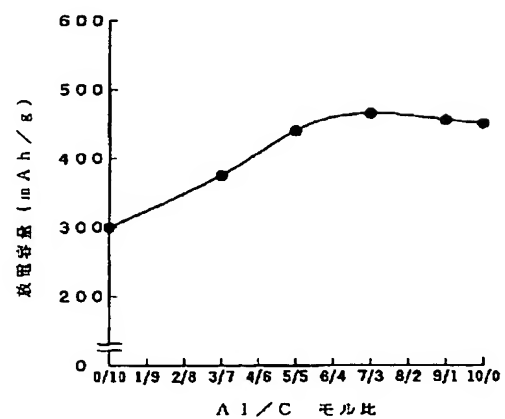
【図3】



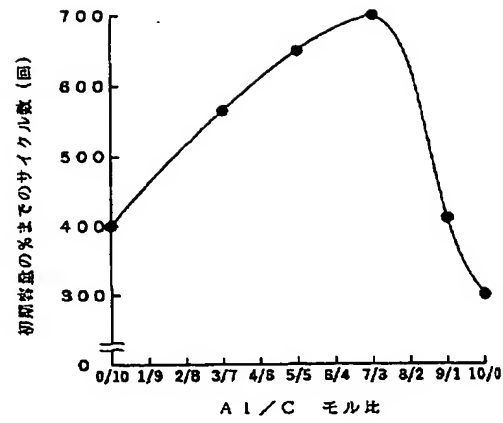
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 西尾 晃治
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内